

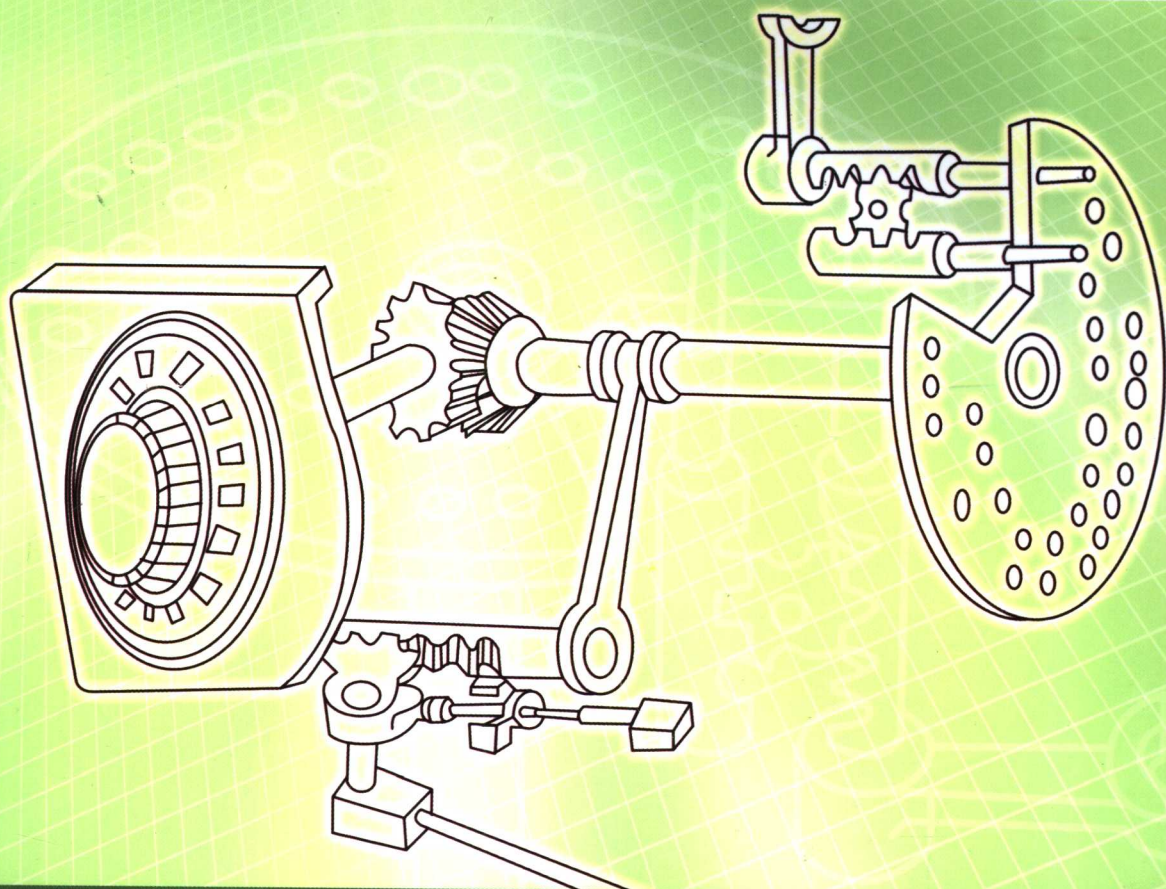


GAODENG ZHIYE JIAOYU GUIHUA JIAOCAI

• 高等职业教育规划教材 •

机电设备安装修理与实训

张安全 主编 张 钧 刘明旭 参编
江 薇 郑 翹 审



中国轻工业出版社

ZHONGGUO QINGGONGYE CHUBANSHE

高等职业教育规划教材

机电设备安装修理与实训

张安全 主编

张 钧 刘明旭 参编

江 薇 郑 翹 审

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机电设备安装修理与实训/张安全主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2008. 1

高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-5019-6142-9

I. 机… II. 张… III. ①机电设备-设备安装-高等学校: 技术学校-教材②机电设备-维修-高等学校: 技术学校-教材 IV. TH17 TH182

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 147053 号

责任编辑: 王 淳 张晓媛

策划编辑: 王 淳 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 迪彩传媒

版式设计: 王超男 责任校对: 李 靖 责任监印: 胡 兵 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 利森达印务有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.25

字 数: 371 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6142-9/TP·087 定价: 25.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

70745J4X101ZBW

前 言

本书是机电设备安装修理与实训一体化的专业教材。目前市场上可供高职高专机电类专业选用的此类教材较少,而且缺乏合适的实训教材。针对上述情况,我们根据高职院校的需求,将机电设备安装修理技术理论与实训技能整合而编写了这本教材。

本书在编写过程中,充分吸收了当前先进的机电设备安装修理的培训理念,注重知识的实用性。改变了理论部分的编写方法,以必需够用为原则,在保证必需的基础知识的前提下,削减了大量繁琐的公式推导和计算,降低了教材的难度。本书的技能实训安排了不同难度和不同项目的实训内容,以适应多个专业的需要,实训部分操作指导详尽,注重操作的过程控制,让学生在操作中消化理论,增长技能,规范作业,做到理论与实践的有机结合。本书每章按照教学进度的要求,设计了课堂教学工作页,供学生课后复习和巩固课堂教学知识点。同时也为教师的备课提供了借鉴。

本书由湖北轻工职业技术学院张安全担任主编,张钧参编,编写工作具体分工如下:第一、二、三、四、八章由张安全编写,第五、六、七章由张钧编写,湖北轻工职业技术学院的刘明旭老师也参加了部分章节的起草工作,黑龙江信息职业技术学院江薇、哈尔滨职业技术学院郑翹审。

本书在编写的过程中,得到徐兵、王飒、林琦、林宇峰、曹昊、王德滨、诸葛晓舟、毕效辉、郭圣权、黄家英、吴卫荣等专家的指点和帮助,对本书的编写提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。由于我们水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,特别是本书各章主要针对目前企业在安装修理中遇到的实际问题展开教学,故在知识的系统性和内容的全面性方面难免有欠缺,敬请广大读者批评指正。

另附教学建议学时分配如下:

序 号	内 容	建议学时
1	第一章 机电设备安装的基础知识	8
2	第二章 典型机电设备的安装	8
3	第三章 机电设备常用零、部件的装配	8
4	第四章 机电设备维修的基础知识	4
5	第五章 机电设备零件的修复技术	12
6	第六章 机电设备修理精度检验	4
7	第七章 典型机电设备的维修	20
8	第八章 实训课题及指导(17个)	34
合 计		90~100

张安全
2007年8月

目 录

第一章 机电设备安装的基础知识	1
第一节 安装测量工具	1
第二节 起重机械和起重工具	9
第三节 机电设备的基础	25
思考题与习题	34
课堂教学工作页 (1)	34
课堂教学工作页 (2)	35
课堂教学工作页 (3)	35
课堂教学工作页 (4)	36
第二章 典型机电设备的安装	37
第一节 机电设备安装的一般程序	37
第二节 普通车床的安装	60
第三节 普通铣床的安装	62
第四节 数控车床的安装	64
第五节 数控铣床的安装	66
思考题与习题	68
课堂教学工作页 (5)	68
课堂教学工作页 (6)	69
课堂教学工作页 (7)	69
课堂教学工作页 (8)	69
第三章 机电设备常用零、部件的装配	71
第一节 概述	71
第二节 滑动轴承的装配	76
第三节 滚动轴承的装配	81
第四节 齿轮传动机构的装配	85
第五节 普通圆柱蜗杆传动机构的装配	90
第六节 带传动机构的装配	94
第七节 联轴器的装配	96
第八节 密封装置的装配	101
第九节 滚珠丝杠副的装配	104
第十节 转子的静平衡和动平衡	107
思考题与习题	111
课堂教学工作页 (9)	111
课堂教学工作页 (10)	111
课堂教学工作页 (11)	112

课堂教学工作页 (12)	112
第四章 机电设备维修的基础知识	114
第一节 概述	114
第二节 机电设备零件的失效形式及其对策	115
第三节 机电设备维修前的准备工作	121
第四节 设备零件修理与更换的原则	123
思考题与习题	127
课堂教学工作页 (13)	127
课堂教学工作页 (14)	127
第五章 机电设备零件的修复技术	129
第一节 机械修复法	129
第二节 焊接修复法	131
第三节 热喷涂修复法	135
第四节 电镀修复法	137
第五节 粘接修复法	140
第六节 刮研修复法	143
第七节 其他修复法	146
思考题与习题	147
课堂教学工作页 (15)	147
课堂教学工作页 (16)	148
课堂教学工作页 (17)	148
课堂教学工作页 (18)	149
课堂教学工作页 (19)	149
课堂教学工作页 (20)	149
第六章 机电设备修理精度检验	150
第一节 机电设备几何精度的检验方法	150
第二节 机电设备装配质量的检验与试车	160
第三节 机电设备大修理质量检验通用技术要求	163
思考题与习题	169
课堂教学工作页 (21)	169
课堂教学工作页 (22)	170
第七章 典型机电设备的维修	171
第一节 普通车床的维修	171
第二节 普通铣床的维修	176
第三节 数控车床的维修	183
第四节 数控铣床的维修	195
思考题与习题	209
课堂教学工作页 (23)	209
课堂教学工作页 (24)	210
课堂教学工作页 (25)	210

课堂教学工作页 (26)	211
课堂教学工作页 (27)	211
课堂教学工作页 (28)	212
课堂教学工作页 (29)	212
课堂教学工作页 (30)	213
课堂教学工作页 (31)	213
课堂教学工作页 (32)	214
第八章 实训课题及指导	215
实训 1: 安装工具、量具、仪器认识	215
实训 2: 标高的测量与计算	216
实训 3: 起重作业	218
实训 4: 车床的找平找正	219
实训 5: 圆柱孔滚动轴承的装配	220
实训 6: 齿轮传动的装配	221
实训 7: 滚珠丝杠副的装配	223
实训 8: 齿轮的失效分析	224
实训 9: 机械零件的修理尺寸法修复	226
实训 10: 机械零件的焊接修复	227
实训 11: 机械零件的校直修复	228
实训 12: 台虎钳的大修	229
实训 13: 普通车床尾座的大修	230
实训 14: 普通铣床工作台的大修	231
实训 15: 数控车床电动刀架的大修	232
实训 16: 数控铣床行程的控制与维修	233
实训 17: 加工中心刀库的维修	234

第一章 机电设备安装的基础知识

机电设备的安装质量直接影响着机电设备的正常运转，直接影响着机电设备的精度和使用寿命，直接影响着机电设备的振动、摩擦和磨损。因此，掌握机电设备安装的基础知识，在安装工作中，认真做好安装施工的组织和管理，包括编制施工计划、组织设计、施工准备、施工现场的计划管理和技术管理，机电设备的试运转、试压和工程验收等，以确保机电设备安装的质量和安。本章讨论机电设备安装的基础知识。

第一节 安装测量工具

在机械设备安装、调整、修理等工作中，需要使用各种工具、量具。这就要对各种类型的工具、量具的结构、性能、使用方法等非常熟悉，能应用自如。这也是保证机械设备安装、调整、修理等工作的质量，提高其效率必须掌握好的技能。

安装修理工作中使用的测量工具种类很多，下面简要地介绍几种常用的测量工具。

一、塞 尺

塞尺是用来检验两结合面之间间隙的一种精密量具。它由一些不同厚度的薄钢片组成，每一片上都标有厚度，如图 1-1 所示。

塞尺是成套组合的，成套塞尺编组和厚度尺寸由《成组塞尺的技术参数》（GB 8060—1987）规定。标准中，塞尺的厚度范围有：0.02 ~ 0.10mm、0.05 ~ 0.75mm、0.02 ~ 0.5mm、0.05 ~ 1.00mm、0.02 ~ 1.50mm，共五种。每种范围里的塞尺，其厚度系列有若干片。用长度+型别+片数来标记。例：300A21 的含义为：长度为 300mm、A 型、21 片。A 型：端头为半圆形；B 型：前端为梯形，端头为弧形。

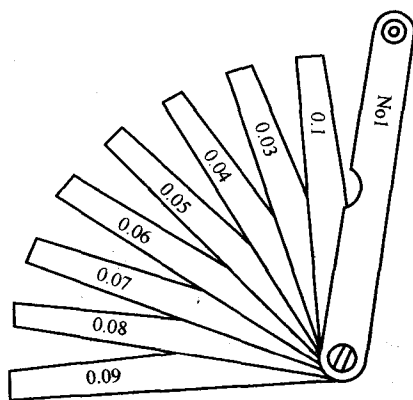


图 1-1 塞尺

使用塞尺测量间隙时，塞尺表面和需测量的间隙内，要清理干净。选择合适厚度的单片塞尺插入间隙内进行测量，用力不能过大，需松紧适宜。若没有合适厚度的单片塞尺时，可组合几片进行测量，其片数不能超过三片。根据松紧适宜插入的塞尺厚度，即可读出间隙的数值。

二、水 平 仪

1. 水平仪的结构和工作原理

常用的水平仪有条式和框式两种，如图 1-2 所示。其主要工作部分是水准器。框式水

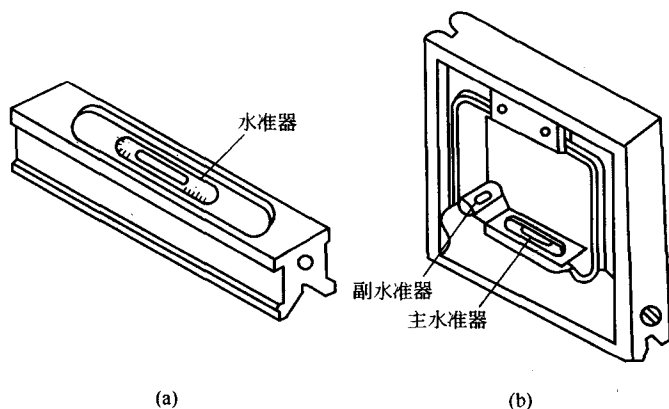


图 1-2 水平仪
(a) 条式水平仪 (b) 框式水平仪

平仪上有一个主水准器，用来测量纵向水平度；还有一个副水准器，用来确定横向水平位置。

水准器为一个弧形的封闭玻璃管，如图 1-3 所示，表面有刻度，内装流动性好的乙醚或酒精，但不装满，留有部分空间以形成气泡，气泡总是停留在弧形玻璃管的最高位置。当水平仪处于水平位置时，气泡停留在弧形玻璃管的中央；当水平仪处于任意位置时，气泡停留在弧形玻璃管的最高位置；根据气泡偏离中心的距离，即可知道平面的水平度或垂直度。水准器的刻度上可以读出水平仪两端高低相差值。

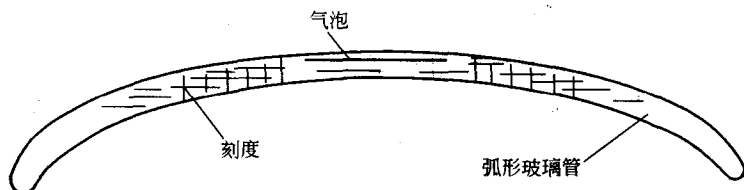


图 1-3 弧形玻璃管

水平仪的分度值是主水准器的气泡移动一个刻度所产生的倾斜值，此倾斜值用 1m 为基准长的斜边的高与底边的长之比表示。例如：刻度值为 0.02mm/m 的水平仪，表示气泡每偏离中心移动 1 格，被测长度 1m 的两端上高低相差 0.02mm。

计算长为 L 的实际倾斜值：

$$\text{实际倾斜值} = \text{标称分度值} \times L \times \text{偏差格数}$$

2. 水平仪的使用和读数方法 (图 1-4)

水平仪由于加工制造上的误差或长期使用会产生误差，使气泡指示的数值不准确。在使用时，事先要了解或消除水平仪本身的误差。其检测方法是：把水平仪放在精密标准平台上，若水平仪的气泡向左偏一格，将水平仪在原地旋转 180° ，若水平仪的气泡向右偏一格，则水平仪本身的误差为一格。以此为标准，将水平仪放在被测平面上，水平仪也向同样的方向偏一格。这就表明被测平面是平的（间接测量）。

用水平仪进行测量，一般会遇到以下四种情况：设 a 为被测表面的水平度误差， b 为

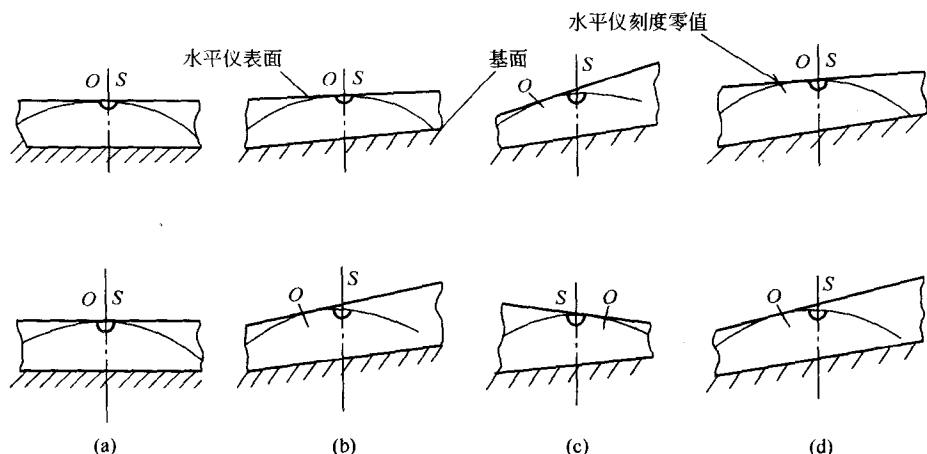


图 1-4 水平仪读数计算原理

(a) 第一种情况 (b) 第二种情况 (c) 第三种情况 (d) 第四种情况

水平仪本身的误差, x_1 为水平仪第一次测量时气泡偏离中心的读数, x_2 为水平仪原地旋转 180° 进行第二次测量时气泡偏离中心的读数。

第一种情况: 水平仪的第一次读数是零, 接着第二次在被测平面上原地旋转 180° 进行测量, 水平仪的第二次读数还是零。此时, $x_1 = x_2 = 0$, $a = b = 0$ 。

第二种情况: 水平仪的第一次读数是零, 在原位置上旋转 180° 测量时, 气泡向一个方向移动 x_2 , 这说明水平仪和被测平面都有误差, 而两者误差相同。此时, $x_1 = 0$, $x_2 \neq 0$, $a = b = x_2/2$ 。

第三种情况: 水平仪第一次测量时, 气泡向一个方向移动, $x_1 \neq 0$, 在原位置上旋转 180° 测量时, 气泡向另一个方向移动, $x_2 \neq 0$, 测量时, 两次显示气泡各往一边移动 (方向相反)。此时: $a = (x_1 - x_2)/2$, 被测平面较高的一面高度差为两次格数之差除以 2; $b = (x_1 + x_2)/2$, 水平仪本身的误差是两次格数之和除以 2。

第四种情况: 测量时, 两次显示气泡向一个方向移动 (两次检测气泡偏离方向相同)。此时: $a = (x_1 + x_2)/2$, 被测平面较高的一面高度差为两次格数之和除以 2; $b = (x_1 - x_2)/2$, 水平仪本身的误差是两次格数之差除以 2。

3. 水平仪的维护

(1) 测量前, 必须将水平仪的工作表面和被检测平面清洁好, 以免产生测量误差。

(2) 测量操作时, 手握水平仪的握把, 不要用手触水准器的玻璃管和对其吹气 (避免温度影响, 玻璃管内的液体对温度变化敏感), 以防止影响水平仪的读数精度。看水准器内气泡的位置时, 视线要垂直对准玻璃管, 否则读数不准。

(3) 测量操作时, 水平仪要轻拿轻放, 放正放稳。不准在被测平面上将水平仪拖来拖去 (磨损水平仪的测量面)。在调整机械设备的水平敲打垫铁时, 必须将水平仪提起, 防止将其振坏。当检查机械设备立面的垂直性时, 应均匀地用力将水平仪紧靠在机械设备立面上, 并通过透光法检测或用塞尺测量出数值。

(4) 水平仪从低温环境拿到高温环境使用时 (或相反), 不得立即使用。也不得在强烈灯光或日光照射下使用。水平仪用完后要擦干净涂上一层机油, 放入盒内, 妥善保管。

三、水准仪

(一) 水准仪的主要部件 (图 1-5)

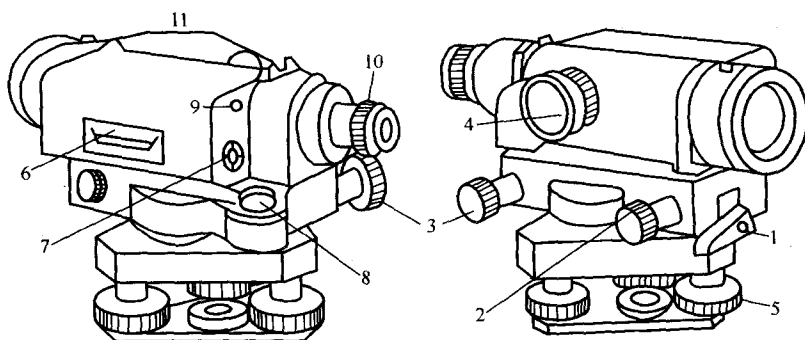


图 1-5 水准仪

1—制动扳手 2—微动螺旋 3—微倾螺旋 4—对光螺旋 5—脚螺旋 6—长水准管
7—校正螺钉 8—圆水准器 9—长气泡观察孔 10—目镜 11—瞄准器

1. 望远镜制动扳手

制动扳手 1 向下扳紧后，可在水平方向固定望远镜。

2. 望远镜微动螺旋

制动扳手向下扳紧后，可转动微动螺旋 2，使望远镜在水平方向进行微小的转动。

3. 微倾螺旋

转动微倾螺旋 3，可使望远镜和长水准管一起在竖直方向进行微小的转动，因此，转动微倾螺旋，可使望远镜的底线水平，以便使长水准管的气泡居中。

4. 对光螺旋

转动对光螺旋 4，可将目标的像调节清晰。

5. 脚螺旋

用它来放平水准仪。

6. 长水准管

用它来显示目镜和物镜的水平。当长水准管 6 的气泡居中时，说明望远镜的视线已经水平。

7. 长水准管校正螺钉

用它来调节和校正长水准管的位置，使长水准管的气泡居中。

8. 圆水准器

用它来粗略地放平水准仪。当圆水准器 8 的气泡居中时，说明望远镜已经大致放置水平。

9. 长水准管的气泡观察孔

观察长水准管中的气泡，长水准管中的气泡通过棱镜的折射，可以在观察孔内看到气泡的形状。长水准管中的气泡是从中间剖开的两个气泡头，当长水准管没有调平时，长水准管中的两个气泡头不重合，不能形成一个圆头气泡；当长水准管调平时，长水准管中的两个气泡头重合，形成一个圆头气泡 (图 1-6)。

10. 目镜

用于读出标杆的标高值。调节目镜的位置，可以使从目镜中看到的十字丝的像显得更清晰。

11. 瞄准器

可用它在望远镜的外面粗略地瞄准目标。

(二) 标高 (图 1-7)

1. 标高

地面上某一点相对于另外一点的高度差称为标高。标高分为绝对标高和相对标高。

2. 绝对标高

绝对标高是指地面上某一点相对于平均海平面的高度。如：海拔高度，就是指的绝对标高。

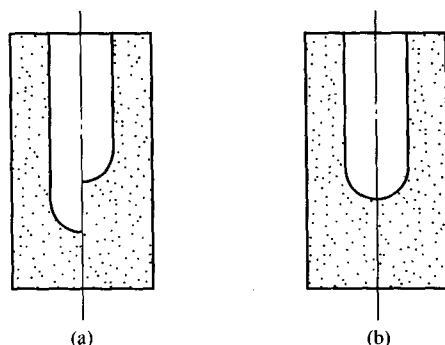


图 1-6 从观察孔中看到的气泡像

(a) 气泡不居中 (b) 气泡居中

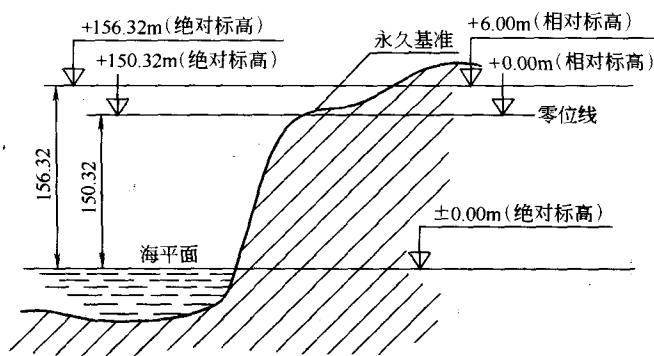


图 1-7 标高

3. 零位线

为了施工方便，每个建筑物都要选定某一适当的绝对标高作为施工时进行一切标高计算的基础，这个被选定的特殊标高称为该建筑物场地的零位线。

4. 相对标高

地面上某一点相对于零位线的垂直高度称为相对标高。所有标高均以 m (米) 为单位。

5. 双值相对标高点

在用水准仪进行标高测量时，有时候测量范围大，一次放置水准仪，不能全部测量所有的标高点；有时候测量落差大，标尺高度不够高，一次放置水准仪，不能全部测量所有的标高点。此时，对于放置水准仪的测量点，需要进行双值相对标高测量，即：在移动水准仪之前，要测量水准仪对当前测量位置的标高值，在移动水准仪之后，还要测量刚才水准仪的放置位置对新的测量位置的标高值，这样，在同一个测量点，由于水准仪位置的移动，得出了两个相对标高值，称为双值相对标高。双值相对标高对于各个测量点的相对标高的换算起到了同一基准的作用。

(三) 水准仪的使用

1. 用水准仪测定设备标高时的步骤

(1) 粗调 用眼观测三脚架顶面, 调整三脚将其调平; 装上水准仪; 观察圆水准器气泡, 调整三脚架的三脚, 粗调好水准仪水平, 并将三脚固定。

(2) 精调 先调圆水准器的气泡, 使其居中。方法是: 转动水平仪的三个脚螺旋, 使圆水准器里的气泡居中。[图 1-8 (a)] 先调两个脚, 使气泡靠近第三脚, [图 1-8 (b)] 再调第三脚 [图 1-8 (c)] 居中。

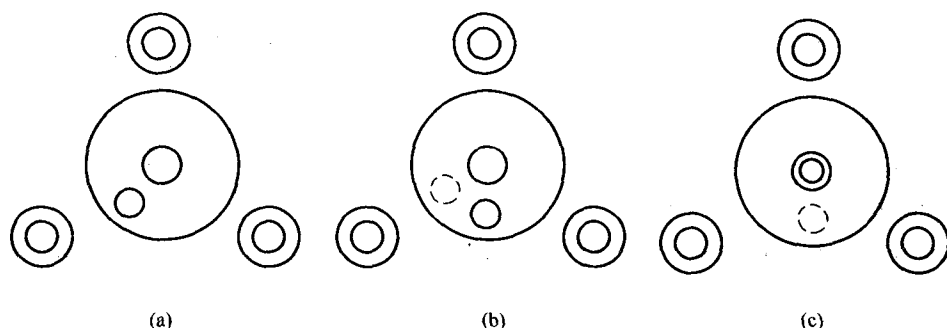


图 1-8 圆气泡整平方法

再调长水准管的气泡, 使其居中。方法是: 由观察孔看长水准管的气泡, 调整长水准管校正螺钉, 使气泡的两个剖分的气泡头重合, 表明长水准管的气泡居中。

(3) 读标高值 在设备的工作台面设置标记, 通过水准仪读出设备工作台面的标高值。

2. 使用水准仪测定设备基础标高的步骤 (图 1-9)

(1) 将水准仪望远镜的视线调整为水平后并使目镜能水平转动。

(2) 在设备垫铁上立放一根长标尺; 调整水准仪目镜的位置, 使十字线的像显得很清楚; 并指挥立长标尺的人, 在标尺上用红色铅笔划一条与望远镜中十字线相重合的水平线。然后分别测定基础上其他垫铁的标高, 互相间相差 1~2mm。待设备就位之前, 使垫铁有可调高或调低的余量。

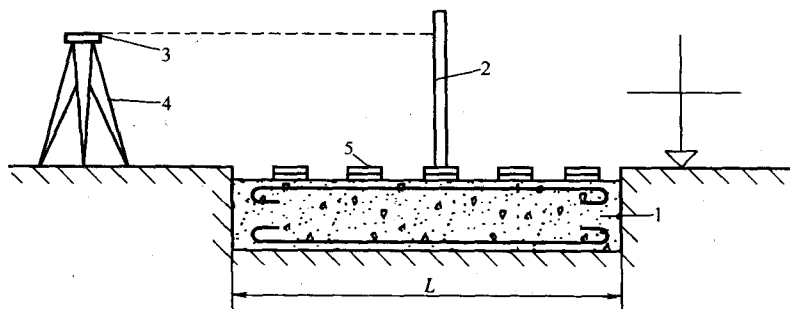


图 1-9 水准仪测定基础标高方法

1—基础 2—标尺 3—水准仪 4—三脚架 5—垫铁

四、自动准直仪

自动准直仪是一种高精度的光学测量仪器。

（一）自动准直仪的结构（图 1-10）

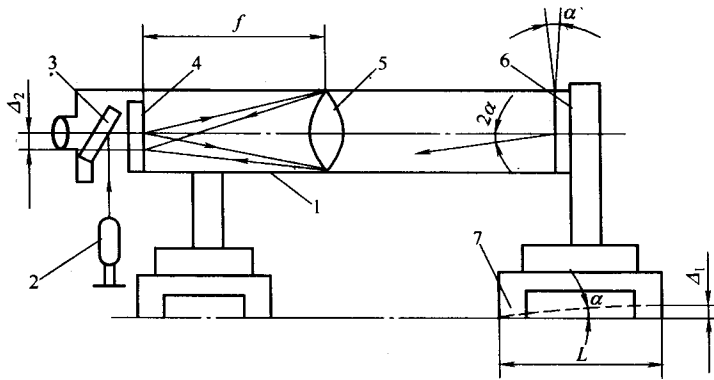


图 1-10 自动准直仪的结构

1—望远镜 2—光源 3—倾斜玻璃 4—分划板 5—物镜
6—反光镜 7—支座

自动准直仪由仪器本体和反光镜面两部分组成，仪器本体由平行光管和望远镜组成。当光源 2 射出的光线经过倾斜玻璃 3 射入刻有十字线的分划板 4 和物镜 5 后，射在反光镜 6 上，由于分划板 4 位于物镜 5 的焦距面上，因此，从分划板上一点射出的光线，经过物镜 5 后都变成平行光线。光从反光镜 6 反射回来，再经过物镜，将分划板 4 上一点的像投影在下一点上。如果反光镜 6 的平面与物镜 5 的主光轴垂直，则光线经过反光镜仍按原路返回物镜，再聚焦在焦距平面上，使从分划板 4 上一点射出去的光线与反射回来的光线重合。

反射回来的像的位置取决于反光镜 6 的位置。例如，用自动准直仪来测量机床导轨，如果由于导轨的不平直，而使反光镜倾斜了一个 α 角，反光镜 6 的平面与物镜 5 的主光轴不垂直，从分划板 4 上一点射出去的光线与反射回来的光线不重合，产生的位移用 Δ_2 来表示，这时，可以通过测量位移 Δ_2 来测量反光镜的倾斜角 α 。从图 1-10 的几何关系可知：

$$\Delta_2 \approx 2f\alpha \approx 2f\Delta_1/L$$

式中 L ——反光镜支座的长度 (mm)

f ——自动准直仪的焦距 (mm)

Δ_1 ——自动准直仪微动手轮的读数 (mm)

（二）自动准直仪的使用

1. 配制支座

用自动准直仪测量导轨水平面的直线度时，必须配制同一高度、同一长度（一般为 200mm）的两个支座。一个支座安放仪器本体，另一个支座安放反光镜。两个支座之间必须保持刚性连接。

2. 仪器安放（图 1-11）

将仪器本体固定在导轨末端或者在导轨外边稳定的基础上，并将被测表面仔细地擦洗干净，接通电源，移动反光镜支座。首先使反光镜接近仪器本体，调节反光镜的位置，使十字分划板的像出现在目镜视场的中心；然后将反光镜支座移动到导轨的另一端，先拿开

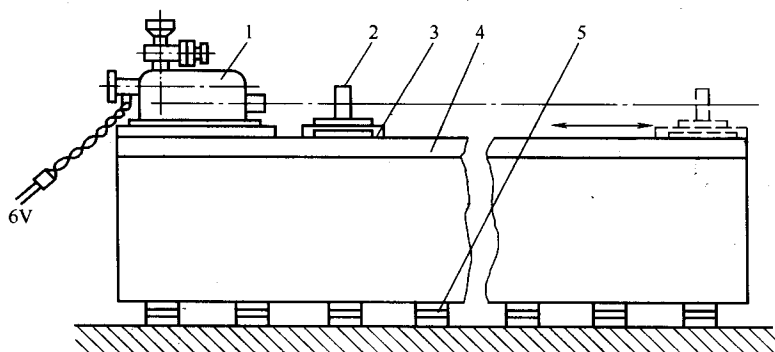


图 1-11 用自动准直仪测量导轨的直线度

1—自动准直仪 2—反光镜 3—支座 4—导轨 5—斜垫铁

反光镜，用眼睛观看准直仪的物镜，找出十字分划板的像在物镜中心；然后安放反光镜在此位置。此时，物镜中心与反光镜的中心的连线，一定平行于导轨。如若不平行，必须适当调整自动准直仪本体或反光镜。

3. 测量 (图 1-12)

(1) 先获得反光镜在最远处的读数，整数部分在目镜分划板上获得，小数部分在微分筒上获得。如图 1-12 (a) 的读数为 10.29。

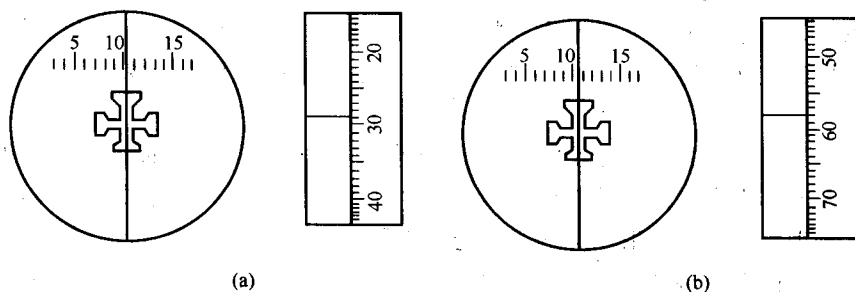


图 1-12 自动准直仪的读数方法

(2) 按支座长度来移动反光镜，从目镜视场中，调节微分筒，使黑线条放在十字分划板的中间，再次读取读数。如图 1-12 (b) 的读数为 10.58。

(3) 逐段移动，逐段读取读数，直到反光镜到达仪器本体的最后一个位置，再在相反方向反复测量并获得读数。

测量过程中的最大读数与最小读数之差，即为导轨的直线度误差。

4. 注意事项

在测量机床导轨垂直方向的弯曲时，应使读数目镜微分螺旋平行于光轴；在测量机床导轨水平方向的扭曲时，应使读数目镜转动 90° ，使其垂直于光轴。

五、读数显微镜

1. 用途

读数显微镜与拉钢丝一起配合使用，用来测量机床 V 形导轨在水平面内的直线度。

其使用原理是从读数显微镜中读出拉丝上各点的刻度值。

2. 测量 (图 1-13)

在机床导轨上放一块长度为 200mm 或 500mm 的 V 形垫铁, 垫铁上放一个带有刻度的读数显微镜, 读数显微镜的镜头应垂直放置。在 V 形导轨的两端各固定一个小滑轮, 用一根直径等于或小于 0.3mm 的钢丝, 一端固定在小滑轮上, 另一端用重锤吊着 (或两端都用重锤吊着), 然后调整钢丝的两端, 使读数显微镜在钢丝两端的刻度线重合。移动 V 形垫铁, 每隔 200mm 或 500mm 记录一次读数, 在导轨全长度上检验。把读数显微镜的测量数值依次排列在坐标纸上, 画出垫铁的运动曲线图。从曲线图上就可看出机床 V 形导轨在水平面内的直线度。

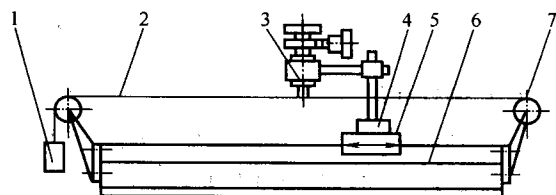


图 1-13 读数显微镜

1—重锤 2—钢丝 3—读数显微镜 4—支架 5—V形垫铁
6—床身导轨 7—滑轮及支架

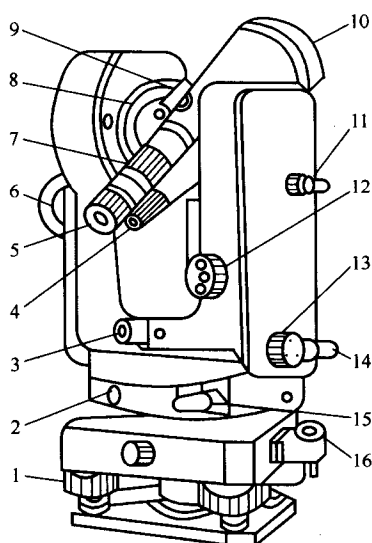


图 1-14 光学经纬仪构造图

1—脚螺旋 2—水平度盘 3—光学对点器
4—读数显微镜 5—目镜 6—反光镜
7—对光螺旋 8—垂直度盘 9—瞄准器
10—望远镜 11—垂直制动扳手
12—垂直微动螺旋 13—水平微动螺旋
14—水平制动扳手 15—复测器
16—圆水准器

3. 注意事项

- (1) 所用钢丝不得有打结、弯曲等不直的情况。
- (2) 检查机床导轨精度时, 所用钢丝的直径不超过 0.3mm, 一般拉线的钢丝直径不超过 1mm。
- (3) 拉钢丝时, 应有足够的拉紧力, 一般应为材料极限强度的 30%~80%。

六、经纬仪

经纬仪是一种高精度的测量仪器, 在机电设备的安装中, 用于对大型机电设备基础找纵横向十字中心线、铅垂线的位置和地面上两个方向之间的水平角测定等。

经纬仪的结构如图 1-14 所示。望远镜连同读数显微镜可以绕水平轴转动, 配合垂直度盘, 可以测量垂直方向的角度; 整台仪器的上盘都可以绕垂直轴转动, 配合水平度盘, 可以测量水平方向的角度。测量读数通过读数显微镜读取。

经纬仪的使用和校正方法可参阅有关资料。

第二节 起重机械和起重工具

机电设备在安装和修理过程中, 起重工作量所占的比例可达 30%~80%。为了提高效率和保证安全, 在安装和修理工作中, 必须根据安装任务和现场情况来考虑起重作业方法, 选用合适的起重机械和起重工具。

一、简单起重机械

(一) 撬杠和滚筒

在机电设备的短距离搬运过程中，经常是在设备的底座下面放置垫板，在垫板下面放置滚筒，用撬杠来撬动设备向确定的方向和位置运动（图 1-15）。

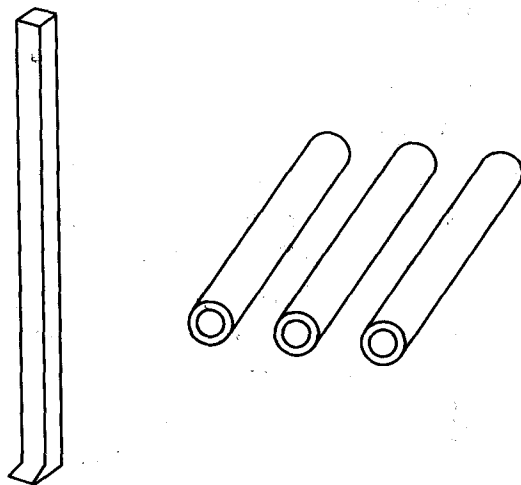


图 1-15 撬杠与滚筒

1. 撬杠

常用材料：钢棍或木杠。

用撬杠作业时：力点——撬杠作用在垫板上的点；

重点——设备重心作用的点；

支点——撬杠施力时的支撑点；

力臂——施力点到支撑点的垂直距离；

重臂——设备重心点到支撑点的垂直距离。

2. 杠杆功平衡公式

$$\text{力} \times \text{力臂} = \text{重力} \times \text{重臂}$$

3. 杠杆省力原因

$$\text{力} = \text{重力} \times (\text{重臂} / \text{力臂})$$

上式表明：若力臂长，重臂短，则作业人员所施的力是设备重力的几分之一。

4. 滚筒

常用材料：厚壁钢管。

滚筒的作用就是将移动摩擦转变成滚动摩擦。

(二) 滑轮和滑轮组

1. 滑轮

滑轮实质上是杠杆的变形和发展。根据滑轮的轴是否和重物一起移动，滑轮分为定滑轮和动滑轮。